

VI-214

両輝石斑礫岩におけるT.B.M. ローラカッタビットの摩耗性能

愛媛大学大学院 学生会員 若林 優輔
 愛媛大学工学部 フェロー 室 達朗
 愛媛大学工学部 河野 幸一

1. はじめに 現在のトンネル施工現場において、トンネル掘進機（T.B.M.）のローラカッタビットの交換に無駄な経費と時間を費やしている。特に掘削面盤中心部に位置するビットは、外側のそれと比較すると偏摩耗しやすく、交換回数も多くなることが知られている。そこで本研究では、T.B.M.の掘削中心部におけるローラカッタビットを対象とし、その摩耗性能について検討する。

2. 実験装置 実験装置図を図-1 に示す。T.B.M.の掘削中心部を想定して製作した回転掘削試験機を実験に用いた。上部に設置したエアシリンダにより一定の垂直荷重をビットに加え推力とした。ビットは、直径 100mm、幅 15mm、刃物角 $\pi/3$ rad、鋼材 SKD - 11 のものを製作した。供試岩石は、一軸圧縮強度 $S_c = 213\text{MPa}$ の両輝石斑礫岩を大きさ $326 \times 326 \times 160\text{mm}$ に加工して実験に使用した。

3. 測定方法 斜角 $\beta = 0, \pm\pi/36, \pm\pi/18, \pm\pi/12, \pm5\pi/36$ rad の 11 通りに対して、エアシリンダによる垂直荷重 $F_z = 2.0 \sim 9.8\text{kN}$ 、ターンテーブルの回転数 $N = 3.51\text{r.p.m.}$ で回転させた。ローラカッタビットの回転半径 R は 8, 12cm とした。ローラカッタビットの摩耗量 $\Delta M(\text{g})$ と摩耗長 $\Delta D(\text{mm})$ は実験開始前（転動距離 $L = 0\text{m}$ ）の初期状態との差で表した。ローラカッタビットの刃先に作用する掘削力を接線方向力 $F_x(\text{kN})$ 、向心方向力 $F_y(\text{kN})$ とに分けて測定した。ターンテーブルとローラカッタビットの一回転する時間を測定し、X 方向のスリップ率 $s_x(\%)$ を算定した。

4. 実験結果 図-2, 3 に 3 種類の転動距離 L に対する摩耗量 ΔM 及び摩耗長 ΔD と斜角 β の関係 ($F_z = 9.8\text{kN}$) を示す。 ΔM は $\beta = 0$ rad で極大値を示し、 $\beta = \pm5\pi/36$ rad で最小値を示し、その後 $|\beta|$ の増加に従っ

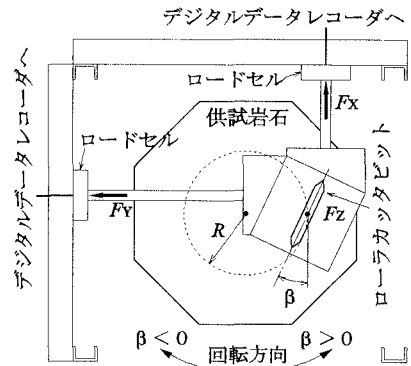
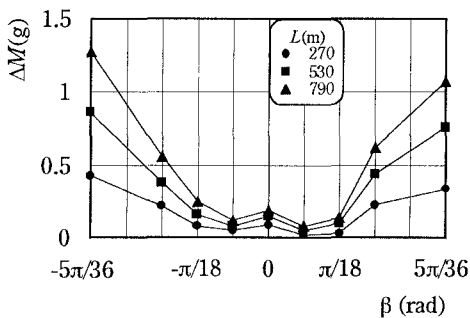
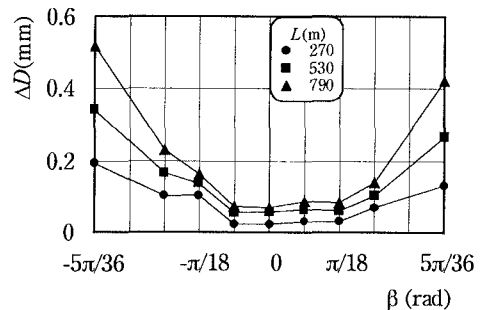


図-1 実験装置図

図-2 3種類の転動距離 L に対する摩耗量 ΔM と斜角 β の関係 ($F_z = 9.8\text{kN}$)図-3 3種類の転動距離 L に対する摩耗長 ΔD と斜角 β の関係 ($F_z = 9.8\text{kN}$)

キーワード：ローラカッタビット，斜角，摩耗

〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 TEL. 089-927-9814 FAX. 089-927-9845

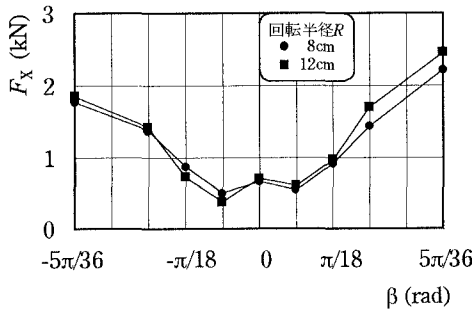


図-4 接線方向力 F_x と斜角 β の関係
($F_z=9.8\text{kN}$)

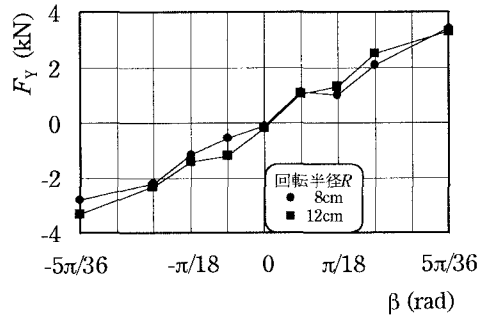


図-5 向心方向力 F_y と斜角 β の関係
($F_z=9.8\text{kN}$)

て増加している。 ΔD は $\beta = -5\pi/36 \sim \pi/18\text{rad}$ で最小値を示し、 $|\beta|$ の増加に従って増加する傾向を見せている。重回帰分析を行った結果、 $\Delta M(\text{g})$ 、 $\Delta D(\text{mm})$ と $\beta(\text{rad})$ 、 $L(\text{m})$ 、 $F_z(\text{kN})$ の間に次式のような実験式を得た。

$$\beta \geq 0\text{rad} \quad \Delta M = 2.21 \times 10^{-6} (\cos\beta)^{-16.5} L^{0.961} F_z^{2.22} \quad (r = 0.959) \quad (1)$$

$$\beta \leq 0\text{rad} \quad \Delta M = 1.00 \times 10^{-6} (\cos\beta)^{-17.2} L^{0.956} F_z^{2.61} \quad (r = 0.979) \quad (2)$$

$$\beta \geq 0\text{rad} \quad \Delta D = 2.67 \times 10^{-7} (\cos\beta)^{-16.6} L^{1.128} F_z^{2.26} \quad (r = 0.984) \quad (3)$$

$$\beta \leq 0\text{rad} \quad \Delta D = 4.56 \times 10^{-7} (\cos\beta)^{-14.9} L^{0.879} F_z^{2.89} \quad (r = 0.977) \quad (4)$$

図-4、5 に接線方向力 F_x 及び向心方向力 F_y と斜角 β の関係 ($F_z = 9.8\text{kN}$) を示す。 F_x は $\beta = \pm\pi/36\text{rad}$ で最小値を示し、 $|\beta|$ の増加に従い増加する。 F_y は $\beta = 0\text{rad}$ で原点付近の値を示し、 β の増加に従い増加している。

図-6 にスリップ率 i_x と斜角 β の関係 ($F_z = 9.8\text{kN}$) を示す。 $|i_x|$ は $R = 8\text{cm}$ では $\beta = 0\text{rad}$ で、 $R = 12\text{cm}$ では $\beta = -\pi/36\text{rad}$ で最小値を示す。

図-7 に 3 種類の転動距離 L に対する摩擦仕事量 M_T と斜角 β の関係 ($F_z = 9.8\text{kN}$ 、 $R = 12\text{cm}$) を示す。 $\beta = 0\text{rad}$ で最小値を示し、 $|\beta|$ の増加に従い M_T は増加する傾向にある。また図-2 と比較的よく対応しており、2 つの比較検討から $\beta = -\pi/36 \sim \pi/36\text{rad}$ が接線方向のスリップ率の絶対値を最小限に抑えた最も転動しやすい状態にあり、ローラカッタビットの摩耗量、摩耗長を最小に抑えることができると言える。

5. まとめ 両輝石斑輝岩に対する掘削面盤中心部に位置する T.B.M.ローラカッタビットの摩耗量と摩耗長を最小限に抑え、最も転動しやすい斜角 β は $-\pi/36 \sim \pi/36\text{rad}$ であることが判明した。

6. 参考文献 1)室達朗、土屋清：硬岩に対する T.B.M.用ローラカッターの摩耗特性に及ぼすビット斜角の影響、愛媛大学工学部紀要、第 16 巻 pp.265-276, 1997。

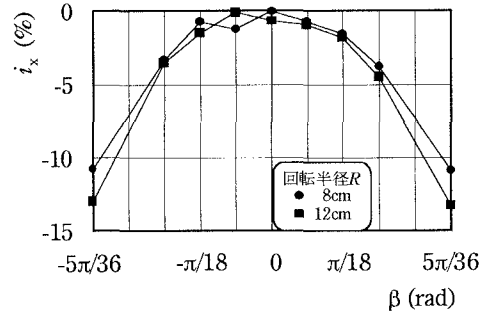


図-6 スリップ率 i_x と斜角 β の関係
($F_z=9.8\text{kN}$)

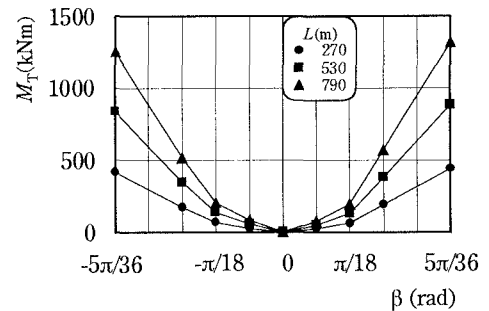


図-7 摩擦仕事量 M_T と斜角 β の関係
($F_z=9.8\text{kN}$ 、 $R=12\text{cm}$)